

Sätechnik

Till Meinel,
Institut für Bau- und Landmaschinentechnik Köln, Technische Hochschule Köln

Kurzfassung

Leistungsfähige und kostengünstige Elektronik kommt zunehmend auch im unteren und mittleren Preissegment der Sätechnik zum Einsatz. Mechanische Drillmaschinen behalten ihre Bedeutung im Markt und werden hinsichtlich Arbeitsqualität, Bedienkomfort und Sicherheit weiter optimiert. Die Getreidevereinzelung bei Drillmaschinen ist serienmäßig verfügbar. Die Einzelkornsaat von Mais bis 20 km/h ist mit sehr guten Standgenauigkeiten möglich. Neue Regelsysteme verbessern die Saatguteinbettung bei der Einzelkornsaat. Forschungsergebnisse betreffen Korntransport und -vereinzelung sowie Auswirkungen pflanzenbaulicher Parameter auf den Ertrag beim Maisanbau.

Schlüsselwörter

Drillsaat, Einzelkornsaat, Dosiergerät, Kornerkennung

Seeding Technology

Till Meinel,
Cologne Institute of Construction Machinery and Agricultural Engineering,
TH Köln - University of Applied Sciences

Abstract

Powerful and cost-effective electronics are increasingly being used in the lower and middle price segment of seeding technology. Mechanical drills retain their importance in the market and are further optimized with regard to working quality, operating comfort and safety. A singulation system for grain seeds is now available as standard. The precision planting of maize up to 20 km/h is possible with very good planting accuracy. New control systems improve the seed embedding in precision sowing. Research results concern grain transport and separation as well as effects of cultivation parameters on the yield in maize cultivation.

Keywords

Drilling, precision sowing, metering device, seed detection

Einleitung

Neue Entwicklungen in der Sätechnik betreffen vor allem Detailverbesserungen, aber auch komplette Maschinen mit dem Fokus auf eine verbesserte Ablage- und Einbettungsqualität und erhöhten Fahrerkomfort. Leistungsfähige und kostengünstige Elektronik wird zunehmend Standard, auch bei mechanischen Drillmaschinen mit geringen Arbeitsbreiten. Einzelkornsämaschinen erreichen sehr gute Standgenauigkeiten bei Arbeitsgeschwindigkeiten bis 20 km/h und werden mit intelligenten Systemen zur Optimierung der Saateinbettung ausgestattet. Wissenschaftliche Arbeiten konzentrieren sich auf die Untersuchung klimatischer und pflanzenbaulicher Einflüsse auf die Ertragsbildung von Mais sowie die Prozessoptimierung bei Transport und Vereinzelung der Körner.

Drillsaat

Neue mechanische Drillmaschinen von Amazone weisen Elemente für verbesserte Arbeitsqualität und Bedienerfreundlichkeit auf. Alle Einstellungen außer der Umstellung von Normal- auf Feinsaat erfolgen zentral am "SmartCenter" auf der linken Maschinenseite, **Bild 1**. Amazone übernimmt hierfür die bewährte Bedienphilosophie der Pflanzenschutzmaschinen.

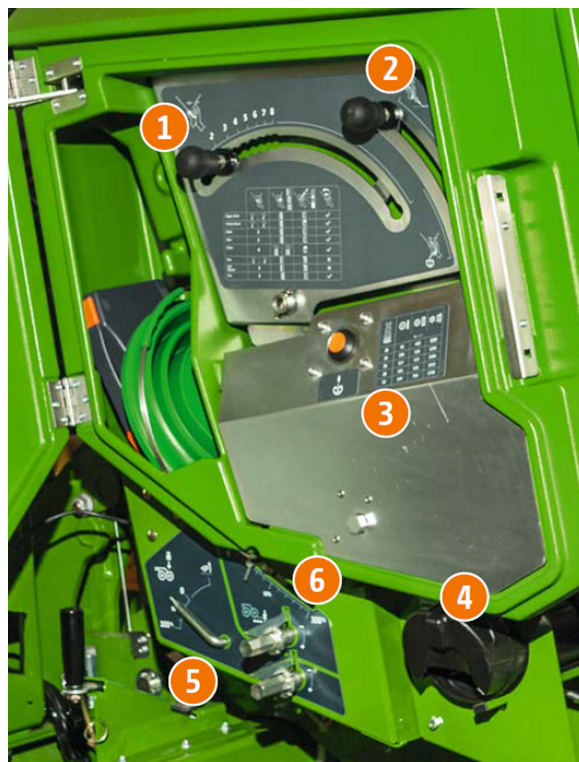


Bild 1: Einstellzentrum der Cataya- Drillmaschine. 1...Bodenklappe; 2...Kalibrierklappe; 3...Kalibrier-taster; 4...Kalibriermulden; 5...Schardruckverstellung; 6...Ablagetiefe [1].

Figure 1: Calibration Center at Cataya seed drills 1...Bottom flap; 2...Calibration flap; 3...Calibration button; 4...Calibration bins; 5...Coulter pressure adjustment; 6...Seeding depth [1].

Die in den Tank integrierten Dosiersysteme besitzen Auslauftrichter an jeder Säreihe, um die Saatgutrestmenge zu verringern. Die Umstellung von Normal- auf Feinsaat erfolgt mit Schließschiebern, sodass ein manuelles Abschalten einzelner Säräder entfällt. Ergänzt man den serienmäßigen elektrischen Dosierantrieb durch einen zweiten Antriebsmotor, verfügt die Maschine über eine Halbseitenabschaltung. Diese ist aus der Traktorkabine schaltbar und realisiert Teilbreiten ab 1,5 m. Neu ist ein Wassertank mit Seifenspender zum Händewaschen auf dem Feld, z.B. nach dem Umgang mit gebeiztem Saatgut.

Dem derzeitigen Markttrend folgend bietet Amazone neue Doppelscheibensäschare mit maximalem Schardrücken von 60 und 100 kg an. Beide Scharotypen ermöglichen die weitgehend unabhängige Einstellung von Sätiefe und Schardruck und halten den Schardruck auch in kupiertem Gelände konstant. Alle Walzen für angebaute Säkombinationen sind mit Durchmessern bis 60 cm verfügbar [2].

Horsch stellt neue Anbausäkombinationen mit passiver oder aktiver Saatbettbereitung vor. Mit der Express KR hat Horsch jetzt auch eine Dreipunktmaschine mit aktiver Bodenbearbeitung durch eine Kreiselegge im Programm. Bei dieser Maschine ist das Kornvereinzlungssystem mit dem Dosiergerät nach Funck [3] serienmäßig verfügbar, **Bild 2**. Die Maschine ist in Arbeitsbreiten von 3 bis 4 m erhältlich und kann mit groß dimensionierter Zahnpackerwalze (Durchmesser 640 mm) ausgerüstet werden. [4]



Bild 2: Express 3KR mit Dosierer zur Getreidevereinzlung nach Funck.
Figure 2: Express 3KR with Funck-device for singulation of grain seeds.

Die Express TD ist für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten bis 20 km/h konzipiert und weist ein Scheibensystem zur Saatbettbereitung und Einebnung auf. Die Baugruppe stammt aus der aufgesattelten Pronto und ist mit stark gewölbten gezackten Scheiben mit geringem Durchmesser ausgerüstet. Damit erzielt man einen sicheren Antrieb der Scheiben und einen guten Mischeffekt. Zur Lockerung und Einebnung der Schlepperspuren können die hier arbeitenden Scheiben separat tiefer gestellt werden.

Kverneland entwickelte für aufgesattelte Säkombinationen das System GEOLift zum unabhängigen Ausheben/Absenken der Werkzeugsektionen Packerwalze, Scheibenegge und Säscharre am Vorgewende. GPS-gesteuert sorgt diese Technik für das exakte Anschlussfahren auch auf unregelmäßig geformten Flächen. Überlappungen und Fehlstellen werden vermieden. Einen genauen Start/Stop der Saatgutausbringung ermöglicht die individuelle Ansteuerung der elektrisch angetriebenen Dosiergeräte (Section Control) [5].

Lemken stellt neue Elektronikmodule vor. "TramlineControl" ermöglicht das Anlegen von Fahrgassen mittels GPS unabhängig vom Spurrhythmus der Drillmaschine. Basierend auf der ersten Drillspur legt das System Fahrgassen korrekt an, auch wenn die Reihenfolge der Drillspuren beliebig gewählt wird, z.B. beim Drillen in Beeten. Das Modul "HeadlandCommand" sorgt für gleichmäßig breite Vorgewende durch Teilbreitensteuerung der Drillmaschine über RTK-GPS-Signale. Das System signalisiert dem Fahrer Bereiche vor und hinter der Vorgewendelinie, in denen die Geschwindigkeit konstant zu halten ist. Dadurch wird die kalkulierte Restmenge des Saatgutes optimal ausgebracht. Die Integration dieser Funktion in das Tractor Implement Management System ist geplant [6].

Väderstad erweitert die Baureihe "Spirit" um das Modell R300S mit 3 m Arbeitsbreite und Kunststofftank. Die Saatgutdosierung erfolgt über zwei elektrisch angetriebene Dosiersysteme [7], die eine Halbseitenabschaltung aus der Traktorkabine ermöglichen. Die Steuerung der Väderstad Drillmaschinen erfolgt über E-Control, ein i-Pad basiertes System, das kabellos arbeitet und mit ausgewählten ISOBUS - Terminals in der Traktorkabine verbunden werden kann [8; 9].

Einzelkornsaat

John Deere stellte 2015 das mittlerweile mehrfach ausgezeichnete ExactEmerge- Säsysteem vor. 2017 beginnt die Markteinführung in Europa mit der achtreihigen Version unter der Bezeichnung 1725NT. Die Ergebnisse einer Funktionsprüfung der Maschine mit Mais sind im DLG-Prüfbericht Nr. 6320 veröffentlicht [10]. Im Labortest zeigte sich eine geringfügige Verschlechterung der Ablagegenauigkeit mit wachsender Fahrgeschwindigkeit. Alle gemessenen Werte liegen gemäß DLG-Bewertungsschema bei Geschwindigkeiten zwischen 8 und 20 km/h in den Bereichen "sehr gut" und "gut". Der Anteil der Doppel- und Fehlstellen ist überwiegend "sehr niedrig", die restlichen Bewertungen lauten "niedrig". Die Feldtestergebnisse der Standgenauigkeit zeigt **Bild 3**.

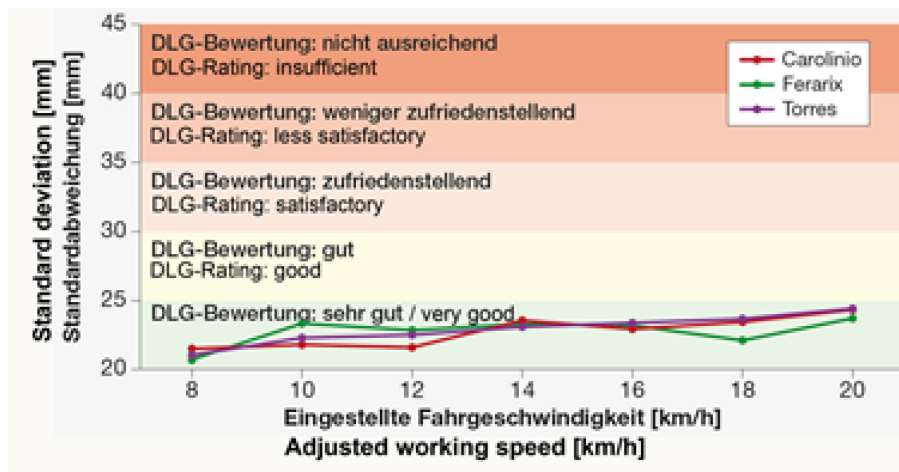


Bild 3: Feldtestergebnisse der Standgenauigkeit von drei Maissorten [10].

Figure 3: Field test results of planting accuracy of three corn varieties [10].

John Deere ergänzte die bereits im Jahrbuch Agrartechnik 2015 vorgestellte pneumatische Anpressdruckregelung [11] durch eine weitere Komponente. Der Anpressdruck der V-förmigen Andruckrollen wird pneumatisch erzeugt und geregelt, Bild 4. Das System ermöglicht hohe und konstante Anpressdrücke zur Verbesserung der Qualität des Furchenschlusses und damit der Saatguteinbettung.



Bild 4: Andruckrolle mit pneumatischer Druckregelung [12].

Figure 4: Pneumatic closing wheels [12].

Müller Elektronik stellt einen optischen Sensor mit Infrarot - LED und einer Auflösung von 400 dpi für den Einsatz in Einzelkornsämaschinen vor. Er ist für Kornfrequenzen bis 150 Körner/s bei Korngeschwindigkeiten von über 10 m/s im Fallrohr konzipiert. Der Sensor erzeugt von jedem Objekt ein Schwarzweißbild und bewertet dieses anhand von Parametern, die er vor Beginn der Arbeit mit einem Selbstlernalgorithmus ermittelt. Während der Säarbeit erfolgt eine ständige Kontrolle und gegebenenfalls Anpassung der Parameter. Zu den erlernten Parametern gehören Sensorempfindlichkeit, Abtastrate sowie geometrische

Kriterien wie zum Beispiel Länge und Breite der Körner. Ein Objekt wird nur dann als Korn gezählt, wenn es sich innerhalb der Parametergrenzen befindet [13]. Durch Erkennung der Verschiebung des Mittenschwerpunktes der Körner und über die Bewertung der Außenkonturen bestimmt der Sensor die Anzahl sich überlappender Körner, **Bild 5**.

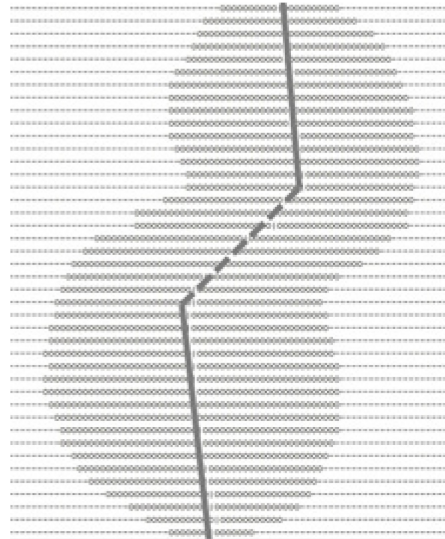


Bild 5: Erkennung überlappender Sojabohnenkörner durch Verschiebung des Mittenschwerpunktes und die Bewertung der Außenkonturen [13].

Figure 5: Detection of overlapping soybean seeds by displacement of center of gravity and evaluation of outer outlines [13].

Forschungsergebnisse

Gibt es Kriterien für den Erfolg oder Misserfolg einer technischen Entwicklung? Dieser Frage geht Benninger [14] am Beispiel erfolgreicher und gescheiterter Innovationen in der Einzelkornsätechnik nach, etwa am Beispiel der pneumatischen Unterdruckvereinzelung. Diese wurde bereits im Jahr 1897 zum Patent angemeldet, konnte sich jedoch erst in den 1960er Jahren am Markt durchsetzen.

Den Entleerungsprozess komplexer Schüttgutapparate und Silos untersuchte und optimierte Franke am Beispiel Weizen [15]. Durch Trocknungsprozesse ändern sich die Schütt- und Fließeigenschaften der Schüttgüter. Weiterhin unterliegt das Schüttgut in der Nähe der Behälterwände anderen Einflüssen als in der Mitte des Apparates, was zu lokalen Belastungsspitzen an Behältern führen kann. Optimierungsansätze für den Auslaufprozess werden als Simulationen und Laborversuche vorgestellt.

Die Bestandsetablierung der Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum*) mittels Einzelkornsätechnik untersucht Schäfer in [16]. Dieser aus Nordamerika stammende Korbblütler ist ein alternativer Rohstoff zur Herstellung von Biogassubstraten. Bisher wurde die Durchwachsene Silphie mit hohem Zeit- und Kostenaufwand gepflanzt. In Feldversuchen setzten die Forscher eine für die Maisaussaat konzipierte, modifizierte pneumatische Einzelkornsämaschine zur Aussaat der Durchwachsenen Silphie ein. Die Änderungen an der Maschine betrafen die Lochdurchmesser der Säscheibe, die Säscharre und die nachlaufenden An-

drückwerkzeuge. Als Resultat zeigte sich ein verbessertes und gleichmäßigeres Auflaufergebnis der Durchwachsenden Silphie.

Den Einfluss der Orientierung sowie physikalischer Parameter auf statische und dynamische Reibwerte von Getreidekörnern (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer und Triticale) auf einer Oberfläche aus Stahl untersuchte Kaliniewicz in [17]. Die Ergebnisse zeigen signifikante Einflüsse der Kornausrichtung auf den statischen Reibwert. Die dynamischen Reibwerte betragen 39,5 - 64,3 % der statischen Reibwerte und weisen nichtsignifikante Abhängigkeiten von der Kornorientierung auf. Form-, Massen- und Dichteigenschaften beeinflussen statische und dynamische Reibwerte nur in geringem Maße. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Reibwertdifferenzen zur Sortierung von Getreidekörnern wenig geeignet sind.

Nelson veröffentlicht Ergebnisse von Laborversuchen zur Echtzeitmessung von Dichte und Feuchtigkeit fließender Saatkörner [18]. Untersucht wurden Mais, Weizen und Soja unter der Anwendung von Mikrowellen mit einer Frequenz von 5,8 GHz. Die Ergebnisse bestätigen die Verwendbarkeit dieser Messmethode für die beschriebenen Anwendungsfälle.

Irmak untersuchte den Einfluss verschiedener pflanzenbaulicher Parameter auf den Ertrag und die Effizienz der Wassernutzung bei Mais [19]. Er stellt die Ergebnisse zweijähriger Feldversuche vor, durchgeführt in Nebraska. Gesät wurde in den Zeiträumen 4. bis 23. Mai 2011 sowie 24. April bis 17. Mai 2012 mit Saatstärken von 59.300 bis 88.900 Pflanzen/ha. Spätere Aussaatzeitpunkte ergaben höhere Erträge. Im trockenen Jahr 2012 stellte sich jedoch bei späten Aussaatzeitpunkten und zunehmender Saatstärke eine deutliche Ertragsabnahme ein.

Die Ertragsauswirkungen des Aussaatzeitpunktes bei Mais im Südwesten der USA untersuchte Myoung [20]. Die Arbeiten wurden vor dem Hintergrund einer möglichen Verringerung des Ertragspotenzials durch die Klimaerwärmung durchgeführt. Datengrundlage sind Wetterdaten der Jahre 1991 - 2011 und eine 95-prozentige Ausnutzung der Wasserspeicherkapazität der Böden durch Beregnung. Die Untersuchungen zeigen unterschiedliche Ergebnisse in Abhängigkeit der Klimaregionen. Höher gelegene Regionen und Küstengebiete weisen bei frühen Aussaatzeitpunkten ein gesteigertes Ertragspotenzial auf, bedingt durch die längere Wachstumsperiode. In niedrig gelegenen warmen Regionen wirken sich frühe Aussaatzeitpunkte ebenfalls positiv aus, weil sich dadurch die negativen Auswirkungen extremer Sommerhitze verringern. Späte Aussaatzeitpunkte ergeben in den Übergangsregionen die höchsten Ertragspotenziale, da die vorhandenen Temperaturen während einer kurzen Wachstumsphase optimale Bedingungen bieten.

Die ISO 12188-2 beschreibt Testprozeduren zur Genauigkeitsermittlung satellitengestützter Spurführungssysteme, jedoch nicht die anzuwendenden Auswerteverfahren. Für die Berechnung der Spurführungsabweichung zwischen Hin- und Rückfahrt vergleicht Rounsaville [21] Ergebnisse und Anwenderfreundlichkeit von vier Berechnungsalgorithmen mit den beiden etablierten Verfahren "nearest points" und "path interpolation". Als Resultat empfehlen die Autoren die Anwendung der PC-Methode (Perpendicular Component).

Sun [22] stellt einen neu entwickelten Pflanzmechanismus für Reisstecklinge vor. Die Maschine realisiert jeweils kurze und lange Pflanzenabstände im Wechsel, um ein optimales

Pflanzenwachstum zu ermöglichen. Das System weist sieben unrunde Zahnräder auf, die die erforderliche Kinematik des Greiferantriebs ermöglichen. Die virtuelle Simulation am 3D-Modell sowie Ergebnisse von Prototypentests sind beschrieben.

Die Firmen Kinze und Precision Planting (jetzt John Deere) setzen seit 2015 versuchsweise Einzelkornsämaschinen mit zwei Saatgutbehältern ein, die einen teilflächenspezifischen Sortenwechsel ermöglichen [23].

Zusammenfassung

Aktuelle Neuentwicklungen für Drillmaschinen ermöglichen neue Funktionen durch elektronische Steuerungen im Bereich des exakten Übergangs zum Vorgewende und bei der Anlage von Fahrgassen unabhängig vom Rhythmus der Drillspuren. Verbesserte Dosiergeräte reduzieren die Restmenge im Saatguttank bei mechanischen Drillmaschinen. Die Kornvereinzelung für Getreide ist serienmäßig verfügbar. Neue Schare sind als Doppelscheibenschare ausgeführt, Walzen weisen neue Profile und steigende Durchmesser auf. Großen Wert legen die Hersteller auf Bedienkomfort und Arbeitssicherheit. Beispiele dafür sind Einstellzentralen an mechanischen Drillmaschinen und die Integration von Handwaschtanks.

Im Bereich der Einzelkornsämaschinen werden DLG-Prüfergebnisse der 1725NT Einzelkornsämaschine mit ExactEmerge Säsystem von John Deere für Geschwindigkeiten bis 20 km/h vorgestellt. Eine Druckregelung der Andruckrollen verbessert die Saatguteinbettung. Optische Sensoren mit Infrarot - LED, hoher Auflösung und Selbstlernfunktion ermöglichen die sichere Erkennung und Zählung von Saatkörnern in Einzelkornsämaschinen.

Die vorgestellten Forschungsergebnisse beinhalten die Auswirkungen pflanzenbaulicher Parameter auf den Ertrag beim Maisanbau, die Echtzeitmessung von Dichte und Feuchtigkeit fließender Saatkörner, den Einfluss der Orientierung sowie physikalischer Parameter auf statische und dynamische Reibwerte von Getreidekörnern, die Entwicklung neuartiger Greifer für die Reispflanzung mit wechselnden Pflanzenabständen sowie Versuche zum teilflächenspezifischen Sortenwechsel bei der Maisaussaat mit speziell ausgerüsteten Einzelkornsämaschinen.

Literatur

- [1] N.N.: Cataya. Prospekt, Hasbergen - Gaste, 2016, Amazonen Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG
- [2] Gall, C.: Neuheiten Amazone Anbausätechnik. Persönliche Mitteilung, 13.12.2016
- [3] Funck, G.: Verteilaggregat für körniges Gut, insbesondere Säaggregat, Offenlegungsschrift DE 1012105048A1; 2012
- [4] N.N.: Express. Prospekt, Schwandorf, 2015, Horsch Maschinen GmbH
- [5] Kaczmarczyk, A.: GEOlift - die neue Kombination aus Vorgewendemanagement und GEOcontrol; URL - agritechnica.kvernelandgroup.de/content/download/.../1/.../KvG_PR+GEOlift_DE.doc, Zuletzt geprüft am 06.01.2017

-
- [6] N.N.: Per GPS managen. In: eilbote 37/2016, S. 24–25, Winsen (Luhe): boomgarden Verlag
- [7] Stark, C. (2015): Fenix III. Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2015; Väderstad, Schweden
- [8] N.N.: Neuheiten 2017. URL - <https://pdmlink.vaderstad.com/openext.aspx?id=029802ca-5755-4ba6-9dbd-d0eafdac1e2b>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [9] N.N.: Seed Drills 2017. URL - <https://pdmlink.vaderstad.com/openext.aspx?id=aa4a805e-29b8-482c-a6d5-9ce99c021f6e>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [10] Schuchmann, G. H.: DLG-Prüfbericht 6320 - Maissägerät John Deere 1725 NT ExactEmerge. Groß-Umstadt: DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel 2016
- [11] Meinel, T.: Sätechnik. URL - http://digisrv-1.biblio.etc.tu-bs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00042105/jahrbuchagrartechnik2015_saetechnik.pdf, Zuletzt geprüft am 06.01.2017
- [12] Peter, S.: Technical News on John Deere 1725NT Planter. persönliche Mitteilung, 01.12.2016
- [13] Jochheim, C. : Informationen zum PLANTirium Sensor. Persönliche Mitteilung, 12.12.2016
- [14] Benninger, J.: Erfolgreiche und gescheiterte Innovationen in der Einzelkornsätechnik. URL - <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/3128>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [15] Franke, G. et al: Kontrollierte Entleerung mit ganzflächigen Austrageinrichtungen. URL - <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/3141>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [16] Schäfer, A. et al: Bestandesetablierung der Durchwachsenen Silphie (Silphium perfoliatum) mittels Einzelkornsätechnik. URL - <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/3115>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [17] Kaliniewicz, Z. et al: Influence of cereal seed orientation on external friction coefficients. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H.3, S. 1073–1081
- [18] Nelson, S. O.; Trabelsi, S.; Lewis, M. A.: Microwave sensing of moisture content and bulk density in flowing grain and seed. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H.2, S. 429–433
- [19] Irmak, S.; Djaman, K.: Effects of planting date and density on plant growth, yield, evapotranspiration, and water productivity of subsurface drip-irrigated and rainfed maize. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H.5, S. 1235–1256
- [20] Myoung, B. et al: Regional variations of optimal sowing dates of maize for the southwestern U.S.. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H. 6, S. 1759–1769
- [21] Rounsaville, J.; Dvorak, J.; Stombaugh, T.: Methods for calculating relative cross-track error for ASABE/ISO STANDARD 12188-2 from discrete measurements. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H. 6, S. 1609–1616
-

- [22] Sun, L. et al: Kinematic analysis of rotary transplanting mechanism for wide-narrow row pot seedlings. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H. 2, S. 475–485
- [23] Preuße, T.: Große Ziele, kleine Schritte. In: DLG-Mitteilungen 26(2016) H.10, S. 22-23

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 08.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Meinel, Till: Sätechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64175>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/282.html>